

Kötter, Ludwig; Auffenfeld, Arno; Jüngst, Karl Ludwig; Klein, Dorothea; Niegemann, Helmut M.; Struchholz, Helmut

Zum Lehren und Lernen geometrischer Begriffe: Deskription und Optimierung

Zeitschrift für Pädagogik 28 (1982) 3, S. 381-396



Quellenangabe/ Reference:

Kötter, Ludwig; Auffenfeld, Arno; Jüngst, Karl Ludwig; Klein, Dorothea; Niegemann, Helmut M.; Struchholz, Helmut: Zum Lehren und Lernen geometrischer Begriffe: Deskription und Optimierung - In: Zeitschrift für Pädagogik 28 (1982) 3, S. 381-396 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-190316 - DOI: 10.25656/01:19031

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-190316>

<https://doi.org/10.25656/01:19031>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Zeitschrift für Pädagogik

Jahrgang 28 – Heft 3 – Juni 1982

I. Essay

JÜRGEN HENNINGSSEN

Vielleicht bin ich heute noch ein Nazi 341

II. Thema: Lehr-Lern-Forschung

PETER MARTIN ROEDER

Einleitung zum Themenschwerpunkt „Lehr-Lern-Forschung“ 355

URSULA VIET/
VEIT GEORG SCHMIDT/
NORBERT SOMMER/
ULRICH GROMMELT

Veränderungen des kognitiven Entwicklungsstandes von Schülern der Orientierungsstufe im Mathematikunterricht. Bericht über ein fachdidaktisches Projekt 365

LUDWIG KÖTTER/
ARNO AUFFENFELD/
KARL LUDWIG JÜNGST/
DOROTHEA KLEIN/
HELMUT M. NIEGEMANN/
HELMUT STRUCHHOLZ

Zum Lehren und Lernen geometrischer Begriffe: Deskription und Optimierung 381

GUNTHER EIGLER/
GERD MACKE/
PETER NENNIGER

Mehrdimensionale Zielerreichung in Lehr-Lern-Prozessen 397

HERMANN RÜPPELL/
PHILIPP S. SCHRANKEL/
ANNEGRET GARBERT/
JÖRG HUBER/
ECKHARD KLIEME

Die Lehre komplexen Denkverhaltens 425

III. Bericht

JÜRGEN OELKERS

Die analytische Erziehungsphilosophie: Eine Erfolgsgeschichte. Wissenschaftshistorische Anmerkungen zur Entwicklung der angelsächsischen Erziehungsphilosophie seit 1950 441

IV. Besprechungen

CARL CHR. LINGELBACH	Albrecht Elsässer: Die Integration von Allgemeinbildung und Berufsbildung im Sekundarbereich II 465
JOSEF DERBOLAV	Fritz Peter Hager: Plato Paedagogus 471
WILFRIED LIPPITZ	Martinus J. Langeveld/Helmut Danner: Methodologie und „Sinn“-Orientierung in der Pädagogik 474
HELMUT KITTEL	Karl Seidelmann: Die Pfadfinder in der deutschen Jugendgeschichte. Teil 2, 1 478
HEINZ GÜNTER HOLTAPPELS	Wiebke Ammann/Helge Peters: Stigma Dummheit 481

V. Dokumentation

Dissertationen und Habilitationsschriften in Pädagogik 1981 483

Pädagogische Neuerscheinungen 503

Zeitschrift für Pädagogik

Beltz Verlag Weinheim und Basel

Anschriften der Redaktion: Prof. Dr. Dietrich Benner, Goethestr. 17, 4401 Altenberge;
Prof. Dr. Herwig Blankertz, Potstiege 48, 4400 Münster.

Manuskripte in doppelter Ausfertigung an die Schriftleitung erbeten. Hinweise zur äußeren Form der Manuskripte finden sich am Schluß von Heft 1/1981, S. 165 f., und können bei der Schriftleitung angefordert werden. Besprechungsexemplare bitte an die Anschriften der Redaktion senden. Die „Zeitschrift für Pädagogik“ erscheint zweimonatlich (zusätzlich jährlich 1 Beiheft) im Verlag Julius Beltz GmbH & Co. KG, Weinheim und Verlag Beltz & Co. Basel. Bibliographische Abkürzung: Z. f. Päd. Bezugsgebühren für das Jahresabonnement DM 84,— + DM 4,— Versandkosten. Lieferungen ins Ausland zuzüglich Mehrporto. Ermäßigter Preis für Studenten DM 65,— + DM 4,— Versandkosten. Preis des Einzelheftes DM 18,—, bei Bezug durch den Verlag zuzüglich Versandkosten. Zahlungen bitte erst nach Erhalt der Rechnung. Das Beiheft wird außerhalb des Abonnements zu einem ermäßigten Preis für die Abonnenten geliefert. Die Lieferung erfolgt als Drucksache und nicht im Rahmen des Postzeitungsdienstes. Abbestellungen spätestens 8 Wochen vor Ablauf eines Abonnements. Gesamtherstellung: Beltz Offsetdruck, 6944 Hemsbach über Weinheim. Anzeigenverwaltung: Heidi Steinhaus, Ludwigstraße 4, 6940 Weinheim. Bestellungen nehmen die Buchhandlungen und der Beltz Verlag entgegen: Verlag Julius Beltz GmbH & Co. KG, Am Hauptbahnhof 10, 6940 Weinheim; für die Schweiz und das gesamte Ausland: Verlag Beltz & Co. Basel, Postfach 2346, CH-4002 Basel.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, bleiben vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.

Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

Zum Lehren und Lernen geometrischer Begriffe: Deskription und Optimierung¹

1. Projektansatz und Fragestellungen

Versuche, das Zusammenspiel erfahrungsabhängiger Handlungsfähigkeit und anforderungsbezogener Erinnerungsprozesse zu erklären, führen u. a. zu den Konstrukten *kognitiver Schemata* (BARTLETT 1932; PIAGET 1936; AEBLI 1980, 1981) bzw. *kognitiver Strukturen* (AUSUBEL 1963). Diese sind verstehbar als aktiv wirksame bzw. wirksam zu machende Verarbeitungen erfahrener Sachverhalts- und Verfahrenkenntnisse. Sie sind repräsentierbar als Vorstellungsbilder, Symbole, Begriffe, Propositionen sowie Operationen oder Pläne (MUSSEN/CONGER/KAGAN 1974). Funktional lassen sich epistemische bzw. inhaltliche von heuristischen bzw. operativen Teilstrukturen unterscheiden (DÖRNER 1976; LÜER 1981). Das Saarbrücker Projekt bezieht – unter Ausklammerung der Analyse sich ändernder Motivationslagen – inhaltliche bzw. operative Aspekte ein. Es fragt nach unterrichtlichen, d. h. lehrerkontrollierten bzw. lehrerkontrollierbaren Bedingungen des Aufbaus dauerhafter, also konsistent stabiler, und transferwirksamer, also heuristisch verwertbarer, kognitiver Strukturen. Es ist, curricular im Begriffslernen des Geometrieunterrichts von 5. Hauptschulklassen (Begriffe: Viereck, Rechteck und Quadrat) angesiedelt und intendiert sowohl *deskriptive* Beiträge (welche Beziehungen lassen sich zwischen Lehrmaßnahmen und lehrstoffentsprechenden kognitiven Strukturen der Schüler feststellen?) als auch *präskriptive* Beiträge (welche Konfigurationen von Lehrmaßnahmen erscheinen besonders geeignet, den Aufbau lehrstoffentsprechender kognitiver Strukturen zu fördern?).

Ausgangspunkt ist, was Aussagen über spezifische Zusammenhänge bezüglich des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht angeht, eine defizitäre Kenntnislage (vgl. NIEGEMANN 1978, S. 63); dies gilt sowohl hinsichtlich der Erhebungs- oder Erfassungsinstrumente als auch hinsichtlich der Identifikation wirksamer und/oder unterrichtlich beherrschbarer Vermittlungsbedingungen. Allerdings gibt es eine Reihe logisch bzw. empirisch identifizierter Faktoren (vgl. NIEGEMANN 1978, S. 34), die Hypothesen über Zusammenhänge zwischen fachlichen Unterrichtsbedingungen und fachlichen Unterrichtseffekten ermöglichen. Darüber hinaus ist zu fragen, ob Verknüpfungen mit anderen Forschungsergebnissen bzw. Konzeptualisierungen fruchtbare Ansätze versprechen.

¹ Dieser Beitrag informiert über das Saarbrücker Projekt „Bedingungen des Aufbaus dauerhafter und transferwirksamer kognitiver Strukturen durch Unterricht“, das im Rahmen des Schwerpunktprogrammes Lehr-Lern-Forschung von der DFG seit 1977 gefördert wird. – Dank für unterstützende Mitwirkung und Förderung gilt den beteiligten Schülern, Lehrern und Rektoren der Hauptschulen Heusweiler und Klarenthal, den zuständigen Schulräten und dem Minister für Kultus, Bildung und Sport des Saarlandes.

2. Beschreibung der Forschungsstrategie

Die auf *funktionale Zusammenhänge* gerichteten Fragestellungen des Projektes erfordern letztlich ein Unterrichtsexperiment. Zum Zeitpunkt der Planung des Projektes waren jedoch wesentliche inhaltliche und methodische Voraussetzungen für die Durchführung eines Experimentes nicht gegeben: Zwar waren einschlägige Theorieansätze und Befunde aus dem Bereich der Kognitionspsychologie weitgehend aufgearbeitet, es fehlten aber sowohl empirisch hinreichend belegtes Wissen über die derzeitige Realität des Lehrens von Begriffen im vorgesehenen Untersuchungsfeld (vgl. DUNKIN/BIDDLE 1974, S. 49) als auch ein brauchbares Instrumentarium zur Erfassung der gemäß dem Theoriestand relevant erscheinenden Variablen und deren Operationalisierung.

Darüber hinaus forderte die Frage nach dem Umfang, insbesondere aber der *Art* des im Unterricht erworbenen Wissens den Einsatz fehlerdiagnostischer, lehrstoffbezogener Verfahren, die gleichfalls erst noch zu entwickeln waren. Aus diesem Grunde wurde in Anlehnung an Vorschläge von NUTHALL (1971), ROSENSHINE/FURST (1973) und DUNKIN/BIDDLE (1974) eine mehrphasige Vorgehensweise konzipiert:

- (1) Entwicklung und Erprobung von Verfahren zur analytischen Beschreibung von Unterrichtsprozessen und zur Erfassung möglicher Lernergebnisse;
- (2) Aufdeckung von Zusammenhängen zwischen Variablen des Unterrichtsverlaufs einerseits und fehleranalytisch spezifizierten Lernergebnissen der Schüler andererseits sowie Identifizierung experimentell zu überprüfender Hypothesen;
- (3) Überprüfung dieser Hypothesen durch ein Feldexperiment.

Im einzelnen umfaßte die *erste Phase* zunächst die Konstruktion, Erprobung und Revision zweier Unterrichtsanalyse-Systeme, die beide lehrstoffbezogene Kategorien beinhalten. In dem einen Fall wurden hauptsächlich solche Variablen des Unterrichtsverlaufs operationalisiert, die für den Aufbau bzw. die Veränderung *inhaltlicher* Komponenten kognitiver Strukturen bedeutsam erschienen. In dem anderen Unterrichtsanalyse-System wurden hauptsächlich Variablen operationalisiert, die im Hinblick auf *operative* Komponenten ausgewählt worden waren. Voraussetzung der Entwicklung beider Instrumente war die Analyse und formalisierte Notation des entsprechenden Lehrstoffs (vgl. KLAUER 1974). Ferner ging es in der ersten Phase um die Konstruktion, Erprobung und Revision lehrstofforientierter fehlerdiagnostischer Erhebungsverfahren, die in der zweiten und dritten Phase jeweils als Vor- bzw. als Nachtest dienen sollten.

Zweck der Feldstudie der *zweiten Phase* war in erster Linie die Modifizierung, Generierung bzw. Auswahl derjenigen Hypothesen, die einer experimentellen Überprüfung unterzogen werden sollten. Im Hinblick auf die Praktikabilität des Designs und aus Kostenüberlegungen konnte dabei nur ein Teil der Variablen, die durch die Unterrichtsanalyssysteme operationalisiert worden waren, bezüglich ihres Einflusses experimentell überprüft werden. Gleichzeitig sollten die in der Feldstudie vorgefundenen Variablenausprägungen Kriterien für die Optimierung der Beziehungen zwischen Unterrichtsbedingungen und Lernergebnissen im Rahmen des Unterrichtsexperiments der dritten Phase liefern. Als dessen Ergebnis werden Aussagen erwartet, die als Teile einer „*inhaltlich-technologischen Theorie*“ (BUNGE 1967, S. 122 ff.) bei der *Vorbereitung und Planung von Unterricht* (Sequenzierung, Art und Auswahl von Positiv- und Negativbeispielen, Auswahl und Abfolge von Operationsgrundtypen) und der *pädagogischen Diagnose* (Fehlerdiagnose) durch Lehrer effektivitätssteigernd angewandt werden könnten (vgl. ACHTENHAGEN 1979, S. 277).

3. Empirische Arbeiten zur Instrumentenentwicklung (Phase I)

3.1. Entwicklung von Instrumenten zur Beschreibung von Komponenten der didaktischen Struktur des Unterrichts

3.1.1. Inhaltliche Komponenten

Für die Abfolge der Elemente der Lehrstoffstruktur und ihre Verteilung über die verfügbare Lehrzeit wird die Bezeichnung „didaktische Struktur“ vorgeschlagen (NIEGEMANN/TREIBER 1982).

Unter *inhaltlichem* Aspekt gelten insbesondere folgende Einheiten als unmittelbar relevante Bedingungen für den Aufbau bzw. die Veränderung kognitiver Strukturen:

- Positiv- und Negativ-Beispiele für die zu lernenden Begriffe,
- Hervorhebungen, Hinweise und Aussagen bezüglich der definierenden („relevanten“) und variablen („irrelevanten“) Merkmale bzw. Merkmalausprägungen der Begriffe und ihrer Positivbeispiele/Negativbeispiele,
- Begriffsdefinitionen,
- Aussagen über intra- und interbegriffliche Beziehungen,
- Aussagen oder Darstellungen zu sachlogischen Voraussetzungen über den entsprechenden Lehrstoff.

Ihre Erfassung durch ein Unterrichtsanalyzesystem setzte eine *Analyse des Lehrinhalts* voraus. Hierzu wurde der zu vermittelnde Lehrinhalt in Form eines „Basistexts“, ergänzt um die graphisch dargebotenen Positiv- bzw. Negativ-Beispiele der zu lehrenden Begriffe, zusammengestellt bzw. rekonstruiert und in Bedeutungseinheiten zerlegt, die in formalisierter Weise beschrieben werden. Die Positiv- und Negativ-Beispiele für die entsprechenden Begriffe konnten, da es sich ausnahmslos um wohldefinierte, konjunktiv verknüpfte Merkmalstrukturen handelte, in Form binärer Merkmallisten kodiert werden (vgl. NIEGEMANN 1980). Dies ermöglicht eine genaue Analyse der Art, Anzahl und Zusammensetzung der in jeder Unterrichtseinheit dargebotenen Positiv- und Negativ-Beispiele. Die Bedeutung dieser Variable für das Lehren und Lernen von Begriffen ist durch eine Reihe empirischer Arbeiten (zusammenfassend TENNYSON/PARK 1980) belegt.

Die Bedeutung der *lehrinhaltsbezogenen Äußerungen vom Lehrer oder von Schülern* wurde analog einer in der Sprach- und Kognitionspsychologie gängigen Repräsentationsweise auf Satzebene im Sinne von „Propositionen“ (vgl. ENGELKAMP 1976, KLAUER 1974) kodiert. Als solche bildeten sie die Analyseeinheiten der Dimension „Lehrinhalt“. Darüber hinaus umfaßt das Unterrichtsanalyzesystem weitere Kategorien, u. a.

- die Lehrer-Schüler-Interaktion (Darbietung von Information, Fragen/Aufforderungen, Schülerbeiträge),
- spezifizierte sachlogische Fehler und Ungenauigkeiten sowohl von seiten der Schüler als auch seitens des Lehrers,
- Rückmeldungen durch den Lehrer.

Der Zeitaspekt wurde dadurch berücksichtigt, daß Zeitintervalle von jeweils 30 Sekunden Länge als eigene Kategorien im Analysesystem markiert wurden.

Auf der Grundlage der durch Beobachtungs- bzw. Analysekategorien unmittelbar erfaßten Variablen konnten komplexere, qualitativ oder quantitativ beschreibbare Merkmale des Unterrichtsverlaufs operational definiert werden, insbesondere

- „Unterrichtstempo“ als Maß für die pro Zeiteinheit dargebotenen Menge lehrinhaltsbezogener „Informationen“,
- die Sequenz der lehrinhaltsbezogenen Aussagen,
- die Verknüpfung zwischen einzelnen Elementen des Lehrstoffs.

Nachdem in der ersten Projektphase in vier Klassen zweier Schulen ca. 40 Unterrichtsstunden mit Hilfe von Videoanlagen aufgezeichnet und diese Aufzeichnungen transkribiert waren, wurde das Unterrichtsanalyse-System auf diese Unterrichtsprotokolle zur Erprobung angewendet und hauptsächlich in technischen Details revidiert (vgl. NIEGEMANN, 1978, 1980).

3.1.2. Operative Komponenten

Die ursprüngliche Absicht bei der Instrumentenentwicklung für diesen Bereich war die beschreibende Analyse übergeordneter Prozeduren der heuristischen Struktur wie z. B. Problem- und Aufgabenlösungsstrategien als Bedingungsvariablen des Aufbaus kognitiver Strukturen. Davon abweichend wurden solche geistigen Operationen identifiziert, die für die unterrichtliche Konzeptvermittlung bedeutsam sind. Zur Auswahl und Definition dieser Klasse von Bedingungsvariablen wurde – ausgehend von Vorschlägen LOMPSCHERS (1975²) und DÖRNER'S (1976) – ein „System von Operationsgrundtypen beim Aufbau von Konzepten durch Unterricht“ (JÜNGST 1978) entwickelt. Das System geht aus von drei elementaren Operationsgrundtypen, aus denen sich komplexe Operationsgrundtypen zusammensetzen. Als elementare Operationsgrundtypen gelten: *Ding-Merkmal-Erfassen*, *Abstrahieren* und – aus den beiden vorangehenden zusammengesetzt – *Vergleichen*. Das System unterscheidet bei Konzeptentwicklung unter unterrichtlichen Bedingungen drei Stadien:

- (1) erstmalige Konzeptkonstituierung,
- (2) Konzeptverwendung/-anwendung und
- (3) Konzeptrevision i. w. S.

(2) und (3) können sich abwechselnd wiederholen; die Konzeptrevision i. w. S. erfolgt als assimilative Konzeptstärkung oder als akkommodative Konzeptrevision i. e. S. Für jedes Stadium lassen sich mehrere spezifische komplexe Operationsgrundtypen bestimmen, die jeweils als eine bestimmte Abfolge von elementaren Operationsgrundtypen definiert sind. So ist im Stadium der Konzeptverwendung z. B. der komplexe Operationsgrundtyp des Klassifizierens eines Objektes („O“) als Beispiel eines Konzeptes („K“) folgendermaßen zu verstehen: Es wird eine Sequenz aus mehreren Schleifen über alle wesentlichen Merkmale „m“ des Konzeptes mit jeweils einem elementaren Operationsgrundtyp „Ding-Merkmal-Erfassen“ am Konzept („K“ hat „m“), einem elementaren Operationsgrundtyp „Abstrahieren“ dieses Merkmals am Objekt („O“ hat „m“) und einem elementaren

Operationsgrundtyp „Vergleichen“ der Merkmale von Konzept und Objekt („K“ und „O“ haben „m“) gebildet. Bei positivem Ausgang aller Vergleiche folgt ein schlußfolgernder elementarer Operationsgrundtyp „Abstrahieren“ (Zuschreibung: „O“ ist ein „K“); bei negativem Ausgang mindestens eines Vergleichs resultiert ein schlußfolgernder elementarer Operationsgrundtyp „Abstrahieren“ (Nicht-Zuschreibung: „O“ ist kein „K“). In der *Lehrstoffanalyse* wurden neben inhaltlichen Komponenten Operationsgrundtypen als Verhaltenskomponenten des Lehrstoffs bestimmt. Diese waren komplexe Operationsgrundtypen der „Konzeptverwendung/-anwendung“, nämlich das „Klassifizieren“ von Objekten als Positiv- oder Negativ-Beispiele eines jeweiligen Konzeptes, das „Konkretisieren“ von Konzeptmerkmalen an gegebenen Objekten und das „Komponieren/Zeichnen“ von Objekten als Beispiele eines Konzeptes. Daneben erschien der elementare Operationsgrundtyp (reproduktives) „Ding-Merkmal-Erfassen“ lehrstoffimmanent. Diese vier Operationsgrundtypen wurden auch konstitutive Bestandteile der Tests zur Erfassung der Lernergebnisse.

Für eine *Unterrichtsanalyse* zur Erfassung der didaktischen Struktur reichten diese Operationsgrundtypen der Konzeptverwendung nicht aus, da im Unterricht auch solche der „Konzeptkonstituierung“ und der „Konzeptrevision i.w.S.“ auftreten konnten. Darum mußten auch diese in das zu entwickelnde Unterrichtsanalyseschema aufgenommen werden. Dies machte die Bestimmung entsprechender Indikatoren erforderlich. Da der zu analysierende Unterricht – basierend auf Videoaufzeichnungen – in Wortprotokollen und Tafelbildern vorlag, wurden diese Indikatoren auf der Ebene sprachlicher Schüler- und Lehreräußerungen und/oder graphischer Präsentationen definiert und zu einem „Unterrichtsanalyseschema für operative Komponenten“ zusammengestellt. Ziel war die Identifizierung von Konzeptentwicklungsstadien, von dabei auftretenden komplexen Operationsgrundtypen und darin wiederum enthaltenen elementaren Operationsgrundtypen. Wenn z. B. ein Schüler angesichts eines graphisch präsentierten Quadrates auf die Frage „Ist dies ein Rechteck?“ antwortet „Das ist ein Rechteck, weil es ein Viereck mit vier rechten Winkeln ist“, so ist nach dem Unterrichtsanalysesystem zu kodieren: Konzeptentwicklungsstadium „Konzeptverwendung“, komplexer Operationsgrundtyp „Klassifizieren“ mit den elementaren Operationsgrundtypen „schlußfolgerndes Abstrahieren“ und „Ding-Merkmal-Erfassen“ am Objekt.

Der Zeitaspekt wurde, wie im Unterrichtsanalysesystem für inhaltliche Komponenten, durch Markierung von 30-Sekunden-Intervallen berücksichtigt. Wie bei der Analyse inhaltlicher Komponenten wurden auf der Grundlage der durch Beobachtungs- bzw. Analysekatoren unmittelbar erfaßten Variablen abgeleitete quantitative und qualitative Merkmale des Unterrichtsverlaufs operational definiert, insbesondere

- Auftretenshäufigkeit und Gesamtzeit der einzelnen Operationsgrundtypen pro Konzept Viereck, Rechteck und Quadrat sowie
- Sequenzen von verschiedenen Operationsgrundtypen im Grobverlauf des Unterrichts und Untergliederungen/Ausdifferenzierungen von komplexen Operationsgrundlagen zu elementaren Operationsgrundtypen.

Das Unterrichtsanalysesystem für operative Komponenten wurde an den gleichen Unterrichtsausschnitten wie das Unterrichtsanalysesystem für inhaltliche Komponenten erprobt und revidiert.

3.2. Entwicklung von Instrumenten zur Beschreibung von Unterrichtsergebnissen

Um die kognitiven Strukturen der Schüler erschließen zu können, waren geeignete testanaloge Erhebungsinstrumente (REULECKE/ROLLETT 1976) – im weiteren einfach „Tests“ genannt – zu entwickeln. Ausgangspunkt waren die Ergebnisse von Lehrstoffanalysen, die auch der Konstruktion der Instrumente zur Analyse des Unterrichtsverlaufs zugrunde lagen. Das Schema zur Erzeugung von Testaufgaben (vgl. FRICKE 1974) enthielt die drei Dimensionen

- inhaltliche Komponenten,
- operative Komponenten,
- Darbietungsweise der Aufgaben (verbal und/oder graphisch).

Testökonomische Gründe machten eine Reduzierung der großen Anzahl möglicher Testaufgaben – jede Testaufgabe stellt eine Kombination je einer Valenz der drei Dimensionen dar – erforderlich. Dabei sollte die Möglichkeit erhalten bleiben, mit dem Instrument beim Schüler begriffliche Strukturen, insbesondere fehlerhafte, zu diagnostizieren.

Ergebnisse der Testkonstruktion waren

- ein Teilttest, der voraussetzendes Wissen überprüft, z. B. die Kenntnis der Begriffe „Gegenseite“, „rechter Winkel“ und der Beziehungen „senkrecht auf“, „parallel zu“; er wird vor der Unterrichtseinheit eingesetzt und hat vor allem Kontrollfunktion;
- ein Teilttest, in dem die Operationen „Klassifizieren als Positiv- bzw. Negativ-Beispiel“ anhand vorgegebener graphischer Figuren und „Reproduzieren von Aussagen zu Begriff-Merkmal-Beziehungen“ überprüft werden; dieser Teilttest wird in derselben Form vor und nach der Unterrichtseinheit eingesetzt und ermöglicht Veränderungs- bzw. Lernzuwachsmessungen;
- ein Teilttest, in dem die Operationen „Konkretisieren“ und „Komponieren“ überprüft werden; wegen des lehrzielorientierten Charakters dieser Aufgaben wird dieser Teilttest nur nach der Unterrichtseinheit eingesetzt.

Die Tests wurden in der ersten Projektphase erprobt und – mit dem Ziel der Verbesserung der Diagnose fehlerhafter begrifflicher Strukturen – revidiert.

Die in den Testitems repräsentierte Lehrstoffstruktur ermöglichte eine Analyse auf mehreren Inhalts- und Operationsebenen. Ausgehend vom Globaleffekt des Unterrichts, der auf der Gesamtheit aller Itemlösungen beruht, folgte die Analyse ebenenweise absteigend spezifischeren Fragestellungen, z. B. ob bestimmte Fehlertypen wie „Übergeneralisierung“ und „Überdiskriminierung“ feststellbar sind. Auf der untersten Auswertungsebene wurde mikroanalytisch das Wissen um Einzelmerkmale der zu vermittelnden Begriffe überprüft, beispielsweise das Wissen, daß „gerade Seiten“ ein definierendes Merkmal von „Viereck“ ist. Zur Quantifizierung der Unterrichtseffekte wurde mit folgenden Maßen und Verfahren gearbeitet:

- Zum globalen Schulklassenvergleich wurden Veränderungskoeffizienten verwendet, die den Vorschlägen von ECHTERHOFF (1977) entsprechend die Vortest- und Nachtestlösungshäufigkeiten mit den jeweiligen Kategorien „Richtig-“ und „Falschlösung“ berücksichtigen.

- Zur Diagnose fehlerhafter kognitiver Repräsentationen wie „Übergeneralisieren“ – zu weiter Begriffsumfang – und „Überdiskriminieren“ – zu enger Begriffsumfang – sowie deren Veränderung durch Unterricht wurde ein Verfahren zur hierarchischen Analyse von Mehrfeldertafeln auf der Grundlage des 2-Î-Koeffizienten von KULLBACK (BLÖSCHL 1966) entwickelt.
- Zur Untersuchung differenzierter Teilaspekte wurde der Bestimmungsalgorithmus für mögliche Konfigurationen aus dem Programm der Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA) (KRAUTH/LIENERT 1973; ROEDER 1974) herangezogen. Überprüft wurde damit vor allem die Konsistenz von Inhaltsaspekten bei gleichen und/oder wechselnden operativen Testanforderungen.

4. Empirische Befunde der Feldstudie (Phase II)

Die Funktion der Feldstudie bestand zum einen in der Aufdeckung von Zusammenhängen zwischen Variablen des Unterrichtsverlaufs und fehlerdiagnostisch spezifizierten Lernergebnissen, um zumindest die Plausibilität der bereits der Instrumentenentwicklung zugrundeliegenden Hypothesen abzuschätzen und diese gegebenenfalls zu modifizieren. Zum anderen sollten die Ergebnisse der Feldstudie die Grundlagen liefern für die Auswahl der in das Unterrichtsexperiment aufzunehmenden unabhängigen Variablen und der durch Konstanthaltung zu kontrollierenden Faktoren.

4.1. Zusammenhänge aus dem Bereich inhaltlicher Komponenten

Der Analyse von Zusammenhängen zwischen inhaltlichen Komponenten der didaktischen Struktur und spezifischen Lernergebnissen lagen insgesamt 13 Hypothesen zugrunde (NIEGEMAN 1980, S. 108ff.).

Hinsichtlich des Lehrens und Lernens von Begriffen sind zum einen diejenigen Hypothesen von Bedeutung, die Zusammenhänge zwischen Art, Anzahl und Zusammensetzung im Unterricht dargebotener Positiv- und Negativ-Beispiele und spezifischen Fehlern beim Begriffserwerb vorhersagen, zum anderen solche, die sich auf Merkmale der verbalen Instruktion beziehen:

- (1) Bestimmte Abweichungen von der sachlogisch bestimmbaren optimalen Positiv-/Negativ-Beispiel-Zusammensetzung (vgl. MARKLE/TIEMANN 1972, zitiert nach KLAUSMEIER u. a. 1974) führen zu jeweils spezifischen Fehlertypen beim Begriffslernen.
- (2) Darüber hinaus werden auch bei bestimmten Abweichungen von einer nach dem Stand der Forschung als optimal geltenden simultanen Kontrastierung von Positiv- und Negativ-Beispielen bestimmter Art spezifische Fehlerarten vorhergesagt.
- (3) Gegebenenfalls auftretende suboptimale Bedingungen i. S. der Hypothesen (1) und (2) sollten jedoch durch Darbietung einer adäquaten Begriffsdefinition jeweils kompensiert werden können (vgl. TENNYSON/WOOLEY/MERRILL 1973).

Die Analyse der Beispiel/Nicht-Beispiel-Zusammenstellungen in den einzelnen Unterrichtseinheiten ergab, daß in keinem Fall die optimale Kombination der Bedingungen realisiert war. Während eine systematische Kontrastierung von Positiv- und Negativ-

Beispielen in keinem Fall gegeben war, war das Kriterium „Rationale Menge“ in einer Unterrichtseinheit annähernd erfüllt.

Die Darbietung einer „rationalen Menge“ der Positiv- und Negativ-Beispiele eines Begriffs ist eine wirksame Maßnahme um spezifische Fehler beim Begriffslernen zu vermeiden (vgl. TENNYSON/PARK 1980; NIEGEMANN 1980). Sie umfaßt das Minimum an Beispielen und Nicht-Beispielen, das notwendig ist, um den Begriffsinhalt – Merkmale und ihre Verknüpfungen – so klar wie möglich, den Begriffsumfang so umfassend wie nötig zu erfassen. Die „rationale Menge“ der Beispiele eines Begriffs wird erzeugt durch die sukzessive, unabhängige Variation der relevanten Merkmalsausprägungen bei den Negativ-Beispielen und der irrelevanten Merkmalsausprägungen bei den Positiv-Beispielen.

Hinsichtlich des Zusammenhangs mit den Lernergebnissen zeigte sich für die Begriffe Viereck und Rechteck bei genauer Spezifizierung der Fehlerarten (z. B. Übergeneralisierung bezüglich des Merkmals „gerade Seiten“; Überdiskriminierung bezüglich des Merkmals „parallele Seitenpaare“) eine Tendenz zu vergleichsweise geringem Lernzuwachs der Schüler dann, wenn kein Positiv-Beispiel bzw. Negativ-Beispiel mit einer entsprechenden Merkmalsausprägung im Unterricht dargeboten worden war.

Hinsichtlich der Anzahl der dargebotenen Positiv-/Negativ-Beispiele zeigte sich kein systematischer Zusammenhang. Es wurde daher vorgeschlagen, die Variable „systematische Kontrastierung“ in das Unterrichtsexperiment aufzunehmen, während die Variable Darbietung einer „rationalen Menge“ konstant gehalten werden sollte.

Da andererseits die Analyse der vorkommenden Propositionen zeigte, daß in allen Unterrichtseinheiten beim Lehren aller Begriffe angemessene verbale Definitionen und Beschreibungen der definierenden Merkmale verwendet worden waren, wäre zu erwarten gewesen, daß die Defizite bei der Positiv-/Negativ-Beispiel-Darbietung ausgeglichen und generell eine korrekte Klassifizierung von Positiv- und Negativ-Beispielen der entsprechenden Begriffe gelernt worden wäre. Da dies jedoch nicht durchgängig der Fall war, wird, gestützt auch durch Detailbefunde der Fehleranalyse, angenommen, daß es in den analysierten Unterrichtseinheiten teilweise nicht gelungen ist, den Schülern die Verwendung von Definitionen als Klassifizierungsalgorithmen zu vermitteln. Aus diesem Grunde wurde vorgeschlagen, im Unterrichtsexperiment die Wirkung expliziter Instruktion bezüglich der Verwendung von Begriffsdefinitionen als Identifizierungs- bzw. Klassifizierungsalgorithmen zu prüfen.

Eine weitere Hypothese betraf das Ausmaß an Fehlern in Schüleräußerungen und die daraufhin erfolgte negative Rückmeldung durch den Lehrer. Es zeigten sich um so bessere Lernergebnisse, je mehr Schüler-Fehler und entsprechende negative Lehrer-Rückmeldungen im Unterricht vorgekommen waren. Weitere Hypothesen betrafen u. a. die Variablen „Unterrichtstempo“, „Sequenzierung der Lerninhalte“ und „Vagheit“ i. S. von Mangel an Präzision in der Lehrersprache (vgl. BOHSE 1980). Eine ausführliche Darstellung hierzu gibt NIEGEMANN (1980).

4.2. Zusammenhänge aus dem Bereich operativer Komponenten

In der deskriptiven Analyse erwies sich „Klassifizieren“ nach „Konzeptstärkung“ als der am häufigsten im Unterricht gebrauchte Operationsgrundtyp. Ausgehend von diesem

Ergebnis soll beispielhaft die in der Zusammenhangsanalyse erfolgte Ableitung einer experimentell zu prüfenden Hypothese verdeutlicht werden.

Die Ausgangshypothese, daß Leistungsverbesserung hinsichtlich des „Klassifizierens“ in Testsituationen direkt abhängig ist von dazu in Unterrichtssituationen gebotenen Lernchancen, operationalisiert als Anzahl und/oder Zeit des im Unterricht verwendeten komplexen Operationsgrundtyps „Klassifizieren“, konnte nicht gesichert werden. Bezieht man allerdings den am häufigsten auftretenden komplexen Operationsgrundtyp der „Konzeptstärkung“ (Einprägung/Wiederholung des Begriffs) ein, zeigt sich ein gesicherter positiver Zusammenhang zwischen der für beide Operationsgrundtypen aufgewendeten Zeit und der Leistungsverbesserung im „Klassifizieren“ bei den Begriffen „Rechteck“ und „Quadrat“. Daraus wurde gefolgert, diese Konstellation von Bedingungsvariablen im Experiment konstant zu halten, und zwar in der festgestellten günstigsten Ausprägung von 40–50% der gesamten Unterrichtszeit.

Zusätzlich wurde geprüft, ob Leistungsverbesserungen hinsichtlich des „Klassifizierens“ um so eher zu erwarten sind, je ausgeprägter der Feinverlauf des komplexen Operationsgrundtyps „Klassifizieren“ als Abfolge der notwendigen elementaren Operationsgrundtypen im Unterricht herausgearbeitet bzw. geübt wurde. Dazu wurde von einem „logischen Grundmuster“ des „Klassifizierens“ ausgegangen, das eine Abfolge elementarer Operationsgrundtypen in „idealtypischer“ Weise aufweist und das gemäß dem „System von Operationsgrundtypen beim Aufbau von Konzepten durch Unterricht“ als eine Abfolge von „Aufgabenstellung“, „Nennung von Merkmalen des Objektes“, „Vergleich von Konzept und Objekt“ und abschließendem „Klassifikationsschluß“ gekennzeichnet ist. Dieses „logische Grundmuster“ ist in keiner der vier Schulklassen aufgetreten. Dagegen wurden vier „empirische Grundmuster“ identifiziert (vgl. die folgende Tabelle). Da eine wertende Gewichtung der einzelnen „empirischen Grundmuster“ ohne angemessene theoretische Modellvorstellung fragwürdig bleiben mußte, wurde auf eine quantitative Bestimmung des Zusammenhangs zwischen der Art des aufgetretenen Grundmusters und zuzuordnender Testleistung verzichtet. Andererseits konnte die Hypothese in qualitativer Weise gestützt werden: Das „empirische Grundmuster II“ entspricht dann dem „logischen Grundmuster“, wenn „Klassifikationsschluß“ (Schritt 2) und „Merkmalsnennung“ (Schritt 3) getauscht werden; zudem zeigte die Schulklassen, in der dieses „empirische Grundmuster II“ mit Abstand am häufigsten verwendet wurde, hinsichtlich der Klassifikationsleistung die höchsten Werte auf seiten der Effektivvariablen. Demnach schien auch dieses „empirische Grundmuster II“ geeignet, Teilalgorithmen des „Klassifizierens“ derart gedächtnismäßig zu sichern, daß der in Testsituationen erforderliche komplexe Operationsgrundtyp erfolgreich aktiviert werden kann, auch wenn er im Unterricht selbst nie in der reinen Form des „logischen Grundmusters“ aufgetreten ist.

Im Feldexperiment sollte demnach diesem relativ erfolgreichsten „empirischen Grundmuster II“ (als eine Ausprägung einer Variablen „Klassifikationsverlaufsmuster“) das „logische Grundmuster“ (als andere Ausprägung dieser Variablen) gegenübergestellt werden.

Tabelle 1: Auftretungshäufigkeiten der „empirischen Grundmuster“ beim Unterricht über Rechteck
Vier empirisch gefundene Grundmuster des Klassifizierens im Unterricht 4 Schul-
klassen

Nr.	Schrittfolge	1	2	4	5
I.	(1) <i>Aufgabenstellung</i> (Lehrerfrage) (2) <i>Klassifikationsschluß</i> (Schüleraussage ohne sonstige Teilschritte) (3) <i>Beurteilung</i> (Lehrer-Rückmeldung)	7	4	4	8
II.	(1) <i>Aufgabenstellung</i> (Lehrerfrage) (2) <i>Klassifikationsschluß</i> (Schüleraussage) (3) <i>Begründung</i> (Schüleraussage aufgrund von oder ohne Lehreraufforderung) als „Nennung von Merkmalen des Konzeptes und/oder des Objektes“ (4) <i>Beurteilung</i> (Lehrer-Rückmeldung)	3	19	3	0
III. ¹	(1) <i>Nennung von Merkmalen des Konzeptes und/oder des Objektes</i> (Lehrer- oder Schüleraussage) (2) <i>Aufgabenstellung</i> (Lehrerfrage) (3) <i>Klassifikationsschluß</i> (Schüleraussage) (4) <i>Beurteilung</i> (Lehrer-Rückmeldung)	9 9	0 0	0 0	0 0
IV. ²	(1) <i>Nennung von Merkmalen des Konzeptes und/oder des Objektes</i> (Lehrer- oder Schüleraussage) (2) <i>Aufgabenstellung</i> (Lehrerfrage) (3) <i>Klassifikationsschluß</i> (Schüleraussage) (4) <i>Begründung</i> (Schüleraussage aufgrund von oder ohne Lehreraufforderung) als „Nennung von Merkmalen des Konzeptes und/oder des Objektes“ (5) <i>Beurteilung</i> (Lehrer-Rückmeldung)	3	0	0	0

- 1 Die Schritte (2–4) des Grundmusters III entsprechen den Schritten (1–3) des Grundmusters I. Grundmuster III enthält also das Grundmuster I.
2 Die Schritte (2–5) des Grundmusters IV entsprechen den Schritten (1–4) des Grundmusters II. Grundmuster IV enthält also das Grundmuster II.

4.3. Schlußfolgerungen bezüglich experimentell zu kontrollierender Variablen

Aufgrund der Feldstudie wurden insgesamt sieben unabhängige Variablen für das Unterrichtsexperiment ausgewählt. Sie sind sämtlich dichotom definiert mit den Ausprägungen 0 und 1. Die Ausprägung 0 entspricht der jeweils „günstigsten“ empirisch gefundenen Bedingung, die Ausprägung 1 einer theoretisch zu erwartenden, darüber hinausgehenden Optimierung.

Die unabhängigen Variablen sind

– aus dem Bereich *inhaltlicher* Komponenten:

- (1) *Darbietungsanordnung der Positiv- und Negativ-Beispiele der zu lernenden Begriffe*
0: Darbietung der Positiv- und Negativ-Beispiele in Zufallsanordnung.
1: Simultane Kontrastierung der Positiv- und Negativ-Beispiele; (a) ein Positiv-Beispiel und ein dazu „nahes“ Negativ-Beispiel, (b) ein „normales“ und ein „extremes“ Positiv-Beispiel je Darbietung.

- (2) *Instruktionsmodus bei der Einführung neuer Begriffe*
 - 0: Eher „induktive“ Instruktion durch eine Folge von Zyklen „Aufgabenstellung – Resultat – Merksatz (Definition) – Übungen“.
 - 1: Eher „deduktive“ Instruktion durch eine Folge von Zyklen „Merksatz (Definition) – Erläuterungen – Übungen“.
- (3) *Benennung besonderer Klassen von Negativ-Beispielen*
 - 0: Keine explizite Benennung.
 - 1: Explizite Benennung besonderer Klassen von Negativ-Beispielen, hier Parallelogramm und Trapez bei dem Begriff „Rechteck“ und Raute bei dem Begriff „Quadrat“.
- (7) *Anwendung von Prüfkriterien beim Klassifizieren* (vgl. 4.1)
 - 0: „Implizite Verwendung“ von Definitionen bei Klassifikationsentscheidungen.
 - 1: Explizites Lehren der „Anwendung“ von Definition i. S. von Identifizierungsalgorithmen (verwenden einer Prüfliste für Konzeptmerkmale).
- aus dem Bereich *operativer* Komponenten:
 - (4) *Operative Darstellung von Merkmalsunterschieden zwischen Figuren bei Vergleichen von Positiv-Beispielen untereinander und/oder von Positiv-Beispielen mit Negativ-Beispielen*
 - 0: Sukzessive oder simultane Präsentation von Figuren als Zuständen.
 - 1: Schrittweise oder gleitende Änderung von Merkmalen einer Figur, bis die Zielfigur daraus entsteht (Übergang von einem Zustand in einen anderen).
 - (5) *Systematische Hervorhebung hierarchischer Beziehungen zwischen den zu lernenden Begriffen*
 - 1: Hervorhebung der Hierarchiebeziehungen zwischen den Begriffen „Viereck“, „Rechteck“ und „Quadrat“ lediglich durch verbale Hinweise.
 - 1: Systematische Hervorhebung der Hierarchiebeziehungen durch geeignete Formen der Veranschaulichung (Mengendarstellung oder Hierarchiebaum).
 - (6) *Klassifikationsverlaufsmuster* (vgl. 4.2)
 - 0: Empirisches Grundmuster II.
 - 1: Logisches Grundmuster.

Zusätzlich sollen einige vermutlich relevante Variablen des Unterrichtsverlaufs konstant gehalten werden. Diese sind

- aus dem Bereich *inhaltlicher* Komponenten:

Zusammenstellung der Positiv- und Negativ-Beispiele nach den Kriterien einer „rationalen Menge“ (TENNYSON/PARK 1980); vermischte, simultane Darbietung von Positiv-Beispielen und Negativ-Beispielen (CLARK 1971); Hervorhebung relevanter Merkmale; Häufigkeit, mit der relevante Konzepte und Aussagen angesprochen werden; Sequenz und Segmentierung des Lehrstoffs; Unterrichtstempo; Art der „Vernetzung“ der einzelnen Komponenten des Lehrstoffs (NIEGEMANN 1978); Präzision der sprachlichen Äußerungen.
- aus dem Bereich *operativer* Komponenten:

Gesamtunterrichtszeit; Unterrichtszeitanteile für Konzept-Operationsgrundtypen; Feinverlaufsmuster des Konkretisierens; Feinverlaufsmuster des Komponierens.
- *bereichsübergreifend*:

Unterrichtsmedium; Unterrichtsmaterialien; Lehrer-Schüler-Interaktion; Rückmeldung an Schüler nach selbständiger Bearbeitung (CLARK 1971); Lehrzielangabe; Lehrperson.

5. Planung des Experimentes (Phase III)

Die aus der Zusammenhangsstudie gewonnenen Hypothesen werden in einem Feldexperiment überprüft mit dem Ziel, Effekte von Variablen der didaktischen Struktur nachzuweisen sowie Hinweise für die Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu gewinnen, um Grundlagen für Empfehlungen für die Unterrichtspraxis bereitzustellen.

Als *unabhängige Variablen* wurden die o. g. Variablen (1) bis (5) übernommen, die Variablen (6) und (7) wurden zu einer dichotomen Variable (6) „Klassifikationsverlaufsmuster“ zusammengefaßt mit den Ausprägungen 0: empirisches Grundmuster II ohne Prüfliste und 1: logisches Grundmuster mit Prüfliste. *Abhängige Variablen* sind vornehmlich kurz- und längerfristige Veränderungen der kognitiven Strukturen der Schüler bezüglich der Begriffe „Viereck“, „Rechteck“ und „Quadrat“, die wiederum durch Vor- und Nachtests mit Hilfe testanaloger Erhebungsverfahren erfaßt und durch Veränderungskoeffizienten quantifiziert werden sollen. Als Behaltenstest ist eine Wiederholung des Nachtests mehrere Wochen nach Abschluß des Experimentalunterrichts vorgesehen.

Für jede unabhängige Variable wird ein *Haupteffekt* der Form „Lernerfolg (Ausprägung 1) > Lernerfolg (Ausprägung 0)“ erwartet. Zusätzlich wird für die Variablen (1) und (2), (1) und (4) sowie (4) und (5) jeweils eine *ordinale Wechselwirkung* erwartet mit Überlegenheit der beiden 1-Ausprägungen über die 0-Ausprägungen. Es liegen damit ausschließlich einseitige Fragestellungen vor.

Da bei vollständiger Kombination der 6 unabhängigen Variablen $2^6 = 64$ Schulklassen, bei nur einfacher Replikation jeder Versuchsbedingung bereits 128 Klassen erforderlich sind, hingegen eine Versuchsklassenstichprobe von höchstens $n = 20$ als realistisch gelten mußte, wurde eine Reduktion zu einem unvollständigen Design vorgenommen. Hierbei galten drei Prinzipien:

1. Die „wichtigsten“ Variablen sollten ohne Konfundierung mit 1-Ausprägungen anderer Variablen variiert werden.
2. 1-Ausprägungen sollten bevorzugt realisiert werden, weil für diese hypothesengemäß ein gesteigerter Effekt gegenüber den 0-Ausprägungen erwartet wird.
3. Alle sechs Variablen sollten in jeder Unterrichtsversion in einer der beiden Ausprägungen realisiert sein.

Nach diesen Prinzipien wurden 10 verschiedene Unterrichtsversionen aus den insgesamt 12 Variablenausprägungen zusammengestellt. Hierbei enthält die Version 1 ausschließlich 0-Ausprägungen, die Version 10 nur 1-Ausprägungen. Hypothesengemäß wird für Version 10 ein größerer Lehrerfolg erwartet als für Version 1. Die 10 Unterrichtsversionen stellen die endgültigen Versuchsbedingungen dar.

Für die Realisierung im Experiment wird berücksichtigt, daß der Lehrstoff in drei Unterrichtseinheiten – Viereck, Rechteck, Quadrat – behandelt wird. Die Versionen 1 bis 10 werden auf die drei Unterrichtseinheiten und auf 16 Schulklassen nach folgendem Plan verteilt:

Vier Klassen (1 bis 4) werden über alle drei Unterrichtseinheiten hinweg nach der Version 1 unterrichtet, vier weitere Klassen (5 bis 8) nach der Version 10. Diese Einteilung ermöglicht einen Globalvergleich über alle drei Unterrichtseinheiten zwischen den beiden

Versionen, für deren Bedingungen der insgesamt geringste bzw. insgesamt größte Lehrerfolg erwartet wird.

Zusätzlich werden alle 10 Versionen auf acht weitere Klassen (9 bis 16) verteilt, um differenziertere Vergleiche einzelner Variablenausprägungen vornehmen zu können. Hierbei wird für jede Klasse bei jeder neuen Unterrichtseinheit die Unterrichtsversion gewechselt. Dabei erhalten je zwei Klassen dieselbe Abfolge von Unterrichtsversionen, damit eine einfache Replikation durchgeführt wird. Für alle Wechsel gilt, daß die für eine Klasse jeweils nachfolgende Version *mehr* 1-Ausprägungen enthält als die vorangegangene. Die Wechsel machen eine Anpassung der Testzeitpunkte für die verschiedenen Vor- und Nachtests zu den drei Begriffen notwendig.

Dieser Plan bedeutet beispielsweise für die Klassen 15 und 16: Während der *Unterrichtseinheit Viereck* wird der Begriff „Viereck“ eingeführt mit einer Definition, die an die Tafel geschrieben wird. Anschließend werden die in der Definition genannten Merkmale (geschlossene Figur, vier gerade Seiten) an 6 Beispiel- bzw. Nichtbeispielfiguren erläutert (Variable (2), Ausprägung 1). Für die nachfolgenden Übungen wird die rationale Menge der Positiv- und Negativ-Beispiele für den Begriff „Viereck“ in simultaner Kontrastierung dargeboten (Variable (1), Ausprägung 1). Die Schüler arbeiten mit Arbeitsblättern, die je vier Figurenzeichnungen enthalten, welche als Viereck oder Nichtviereck klassifiziert werden sollen (Operationsgrundtyp des Klassifizierens). Unter den vier Figuren auf einem Arbeitsblatt befinden sich einerseits ein Positiv-Beispiel und ein dazu „nahes“ Negativ-Beispiel, andererseits ein „normales“ und ein „extremes“ Positiv-Beispiel. Bei den Übungen zum Klassifizieren wird Rückmeldung zuerst über die jeweils richtige Lösung, dann über die Begründung gegeben (Variable (6), Ausprägung 0). Besondere Klassen von Negativ-Beispielen werden nicht ausdrücklich benannt (Variable (3), Ausprägung 0), Hierarchiebeziehungen nicht systematisch hervorgehoben (Variable (5), Ausprägung 0). Letzteres ist ein Beispiel für die Tatsache, daß nicht jede Variablenausprägung an jeder Stelle im Unterricht sinnvoll eingesetzt werden kann. In der Unterrichtseinheit Viereck sind noch keine hierarchischen Vergleiche mit den Begriffsklassen „Rechteck“ und „Quadrat“ möglich. Die Figuren werden außer auf den Arbeitsblättern auch an einer Stecktafel als Zustände repräsentiert (Variable (4), Ausprägung 0). Zu diesem Zweck sind die Eckpunkte der Figuren mit Steckern markiert, welche mit einem weißen Gummiband umspannt sind. In der *Unterrichtseinheit Rechteck* erfahren die Klassen 15 und 16 Veränderungen: An der Stecktafel werden die Merkmalsunterschiede zwischen Figuren deutlich gemacht durch ein schrittweises Versetzen der Stecker, bis aus einer Ausgangsfigur eine bestimmte andere Figur entsteht (Variable (4), Ausprägung 1). Außerdem werden Parallelogramm und Trapez als besondere Klassen von Nichtbeispielen für „Rechteck“ ausdrücklich benannt (Variable (3), Ausprägung 1). In der *Unterrichtseinheit Quadrat* kommt für diese Klassen hinzu eine Veranschaulichung der Hierarchiebeziehungen zwischen „Viereck“, „Rechteck“ und „Quadrat“ mit Hilfe von Mengenschleifen (Venn-Diagramme), in die verschiedene Beispielfiguren eingetragen werden (Variable (5), Ausprägung 1). Schließlich verändert sich auch die Rückmeldung bei den Klassifizierungsübungen: Es wird nicht mehr sofort die Lösung genannt, sondern zunächst geprüft, ob alle relevanten Merkmale des Begriffs „Quadrat“ an der Beispielfigur vorhanden sind; erst nach dem Durchlaufen dieser „Prüfliste“ wird gefolgert: „Die Figur ist ein/ist kein „Quadrat““ (Variable (6), Ausprägung 1).

Die besondere Zusammenstellung von Variablenausprägungen in jeder Versuchsbedingung (= Unterrichtsversion) erlaubt eine *Prüfung von Effekten* der Variablen (1) und (2) bei der Unterrichtseinheit Viereck, der Variablen (3) und (4) bei der Unterrichtseinheit Rechteck sowie der Variablen (5) und (6) bei der Unterrichtseinheit Quadrat. Von den Wechselwirkungshypothesen kann als einzige diejenige für die Variablen (1) und (2) bei der Unterrichtseinheit Viereck getestet werden. Darüber hinaus wird durch den Wechsel der Versuchsbedingungen über die Zeit ein Vergleich der Lehrerfolge möglich für solche Klassen, die vor einer bestimmten Unterrichtsversion jeweils andere und verschieden viele Versionen durchlaufen haben. Sollten sich hier Unterschiede zeigen, so können diese mit Auswirkungen verschiedener „Lerngeschichten“ erklärt werden.

Um bei der *Durchführung* des Unterrichtsexperiments einerseits eine möglichst getreue Verwirklichung der Versuchsbedingungen zu gewährleisten (interne Validität) und andererseits die Variablen „Lehrperson“ und „Lehrer-Schüler-Interaktion“ konstant zu halten, wurden für jede Unterrichtsversion Videofilme mit immer demselben Lehrer erstellt. Diese Filme werden in den beteiligten Schulklassen anstelle des üblichen Lehrerunterrichts gezeigt; sie enthalten Anweisungen und Pausen für die Bearbeitung der Arbeitsblätter. Um Hinweise für die Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf den „normalen“ Lehrerunterricht zu erhalten, führt derselbe Lehrer, der in den Filmen unterrichtet, die Unterrichtsversionen 1 und 10 zusätzlich in zwei weiteren Schulklassen „live“ durch.

6. Perspektiven

Zu erwartende Erträge des Saarbrücker Lehr-Lern-Projekts betreffen verschiedene Ebenen:

- Für die Unterrichtspraxis wird als Ergebnis des Unterrichtsexperimentes eine Reihe empirisch gestützter Empfehlungen zum Lehren von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen erwartet. Zusammen mit anderen empirisch belegten Präskriptionen und in Kombination mit handhabbaren Instrumenten zur Fehlerdiagnose bzw. Anleitungen zu deren Konstruktion wäre die Erstellung und Evaluierung eines auf die Lehreraus- und -weiterbildung ausgerichteten „Lehrgangs“ für das Lehren von Begriffen eine wünschenswerte und durchführbare Konsequenz.
- Hinsichtlich der Behandlung des Forschungsgegenstandes wurde versucht, Aspekte des Lehrstoffs und seiner Vermittlung im Unterricht mit kognitionspsychologischen Aspekten zur Beschreibung und Analyse von Unterrichtsverläufen und Unterrichtsergebnissen zu verknüpfen. Obwohl ein relativ einfach erscheinender Lehrstoff ausgewählt worden war, deutete sich bei der Lehrstoffanalyse an, daß eine Weiterentwicklung dieses Ansatzes in der Lehr-Lern-Forschung einer verstärkten Kooperation mit Fachdidaktikern bedarf.
- Als Wegweiser für weitere Grundlagenforschung sind schließlich auch zutage getretene offene Probleme zu den Erträgen des Projekts zu rechnen: Da im „normalen“ Unterricht die Informationsübermittlung zu einem großen Teil in Form des Frage-Antwort-Unterrichts erfolgt, sind Informationsverarbeitungsmodelle des Lernens aus meist schriftlichen, nicht konversationalen Texten nur sehr eingeschränkt zur Beschreibung unterrichtlicher Lehr-Lern-Prozesse brauchbar; die Entwicklung eines kogni-

tionspsychologisch brauchbaren Modells für konversationale Textstrukturen erscheint daher als ein vordringliches Desiderat.

Literatur

- ACHTENHAGEN, F.: Einige Überlegungen zum gegenwärtigen Stand der Unterrichtswissenschaft. In: Unterrichtswissenschaft (1979), H. 3, S. 269–282.
- AEBLI, H.: Denken: Das Ordnen des Tuns. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. Stuttgart 1980. Band II: Denkprozesse. Stuttgart 1981.
- AUSUBEL, D. P.: Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York 1963.
- BARTLETT, F.: Remembering. Cambridge 1932.
- BLOESCHL, L.: Kullbacks 2 \hat{I} -Test als ökonomische Alternative zur χ^2 -Probe. In: Psychologische Beiträge 9 (1966), S. 379–406.
- BOHSE, N.: Zur Bedeutsamkeit der Variablen „Vagheit im Sprachverhalten des Lehrers“: Versuch der theoretischen Klärung, Operationalisierung und Wirkungseinschätzung. Unveröff. Magisterarbeit, Saarbrücken 1980.
- BUNGE, M.: Scientific Research II: The Search for Truth. Berlin 1967.
- CLARK, D. Cecil: Teaching concepts in the classroom: a set of teaching prescription derived from experimental research. In: Journal of Educational Psychology, (Monograph), 62 (1971), S. 253–278.
- DÖRNER, D.: Grundmuster begrifflicher Strukturen und eine Strategie der Unterrichtsforschung. In: FREY, K./LANG, M. (Hrsg.): Kognitionspsychologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. Bern 1973, S. 79–93.
- DÖRNER, D.: Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart 1976.
- DUNKIN, M. J./BIDDLE, B. J.: The Study of Teaching. New York 1974.
- ECHTERHOFF, W.: Entwicklung und Anwendung eines neuen Verfahrens zur Darstellung der Lernwirksamkeit, wenn die Messung mit identischen Items wiederholt wird. In: Zeitschrift für empirische Pädagogik 3 (1977), S. 21–38.
- EIGLER, G.: Kognitive Struktur – Kognitive Strukturen. Zur Funktion des Konstrukts Kognitive Struktur in der Lehr-Lern-Forschung. In: Unterrichtswissenschaft 6 (1978), H. 4, S. 277–290.
- ENGELKAMP, J.: Satz und Bedeutung. Stuttgart 1976.
- FRICKE, R.: Kriteriumsorientierte Leistungsmessung. Stuttgart 1974.
- JÜNGST, K. L.: Ein System von Operationsgrundtypen beim Aufbau von Konzepten durch Unterricht. Arbeitsbericht Nr. 3 aus der Fachrichtung Erziehungswissenschaft der Universität des Saarlandes – Erziehungswissenschaft II. Saarbrücken 1978.
- KLAUER, K. J.: Methodik der Lehrzieldefinition und Lehrstoffanalyse. Studien zur Lehrforschung, Bd. 10. Düsseldorf 1974.
- KLAUSMEIER, H. J./GHATALA, E. S./FRAYER, D. A.: Conceptual Learning and Development: A Cognitive View. New York 1974.
- KRAUTH, J./LIENERT, G. A.: Die Konfigurationsfrequenzanalyse und ihre Anwendung in Psychologie und Medizin. Freiburg 1973.
- LOMPSCHER, J.: Wesen und Struktur allgemeiner geistiger Fähigkeiten. In: LOMPSCHER u. a. (Hrsg.): Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten. Berlin 1975², S. 17–73.
- LÖR, G.: Denken und Problemlösen. In: SCHIEFELE, H./KRAFF, A.: Handlexikon zur Pädagogischen Psychologie. München 1981, S. 69–75.
- MARKLE, S. M./TIEMANN, P. W.: Really understanding concepts: or in frumious pursuit of jabberwork. Champaign 1972. Zit. nach: KLAUSMEIER, H. J./GHATALA, E. S./FRAYER, D. A.: Conceptual Learning and Development: A Cognitive View. New York 1974, S. 161 ff., 192 ff.
- MUSSEN, P. H./CONGER, J. J./KAGAN, J.: Child Development and Personality. New York 1956¹, 1974². Deutsch: Lehrbuch der Kinderpsychologie. Stuttgart 1976.
- NIEGEMANN, H. M.: Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht. Dissertation. Universität Saarbrücken 1978.

- NIEGEMANN, H. M.: Zusammenhänge zwischen Unterrichtsbedingungen und Unterrichtseffekten: Bedingungen des Aufbaus epistemischer Strukturen. In: KÖTTER, L. u. a.: Bedingungen des Aufbaus dauerhafter und transferwirksamer kognitiver Strukturen durch Unterricht: Analyse von Zusammenhängen zwischen Bedingungs- und Effektivvariablen. Arbeitsbericht Nr. 6 aus der Fachrichtung Allgemeine Erziehungswissenschaft. Saarbrücken 1980.
- NIEGEMANN, H. M./TREIBER, B.: Lehrstoffstrukturen, kognitive Strukturen, Didaktische Strukturen. In: TREIBER, B./WEINERT, F. E. (Hrsg.): Lehr-Lern-Forschung. München 1982, S. 37–65.
- NUTHALL, G. A.: Teacher verbal behaviour and pupil learning. Unpublished manuscript. Canterbury 1971.
- PIAGET, J.: La naissance de l'intelligence chez l'enfant. Neuchâtel 1936. Deutsch: Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde. Stuttgart 1969.
- REULECKE, W./ROLLETT, B.: Pädagogische Diagnostik und lernzielorientierte Tests. In: PAWLIK, K. (Hrsg.): Diagnose der Diagnostik. Stuttgart 1976.
- ROEDER, B.: Die Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA) von KRAUTH und LIENERT; ein handliches Verfahren zur Verarbeitung sozialwissenschaftlicher Daten, demonstriert an einem Beispiel. In: Kölner Zeitschrift Soziologie und Sozialpsychologie 66 (1974), S. 819–844.
- ROSENSHINE, B./FURST, N.: The use of direct observation to study teaching. In: TRAVERS, R. M. W. (ed.): Second Handbook of Research on Teaching. Chicago 1973, S. 122–183.
- TENNYSON, R. D./PARK, O.: The teaching of concepts: A review of instructional design literature. Review of Educational Research 50 (1980), No. 1, S. 55–70.
- TENNYSON, R. D./WOOLEY, F. R./MERRILL, M. D.: Exemplar and non-exemplar variables which produce correct concept classification behavior and specified classification errors. In: Journal of Educational Psychology 63 (1972).

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. Ludwig Kötter, Arno Auffenfeld, M. A., Dr. Karl Ludwig Jüngst, Dorothea Klein, M. A., Dr. Helmut Niegemann, Dipl.-Psych. Helmut Struchholz, Fachrichtung 6.1, Allgemeine Erziehungswissenschaft, Universität des Saarlandes Bau 15, Im Stadtwald, 6600 Saarbrücken